

# Didaktisches Konzeption eines interdisziplinären An- satzes „Natur und Technik“ für die Gymnasialklassen fünf und sechs

---

**Gabriele Graube & Ingelore Mammes**

**November 2013**

Der vorliegende Aufsatz entstand im Zusammenhang mit einem vom Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) und vom Deutschen Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU) unterstützen Forschungsprojekt zum Thema „Natur, Technik und Interdisziplinarität – neue fachdidaktische Forschungsfelder“.

## Inhaltsverzeichnis

1	Problemaufriss .....	2
2	Begriffsklärungen .....	4
3	Analysen zur aktuellen Situation interdisziplinärer natur- & technikwissenschaftlicher Bildung in den Gymnasialklassen fünf und sechs .....	6
3.1	Ergebnisse der Analyse zur Fachdenotation und zur Unterrichtsform .....	6
3.2	Ergebnisse der Analyse zum Inhalt ausgewählter Schulfächer.....	7
3.3	Ergebnisse der Analyse von Gemeinsamkeiten und Differenzen der Fachdidaktiken .....	10
3.4	Zusammenfassung der Analyseergebnisse und Fazit.....	12
4	Entwicklung eines interdisziplinären didaktischen Modells „Natur und Technik“ .....	13
4.1	Theoretischer Bezugsrahmen.....	13
4.2	Ableitung didaktischer Grundprinzipien für ein interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“ .....	16
4.3	Interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“ .....	18
5	Ausblick.....	19
6	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis .....	20
7	Literatur .....	21

# 1 Problemaufriss

## *Stellenwert von Natur- und Technikwissenschaften in der Gesellschaft*

Die Natur- und Technikwissenschaften prägen grundlegend die Lebenswelt der Menschen. Dabei bringen Technologien permanent neue Produkte und Werkzeuge hervor, die Arbeit und Kultur ebenso wie das Freizeitverhalten beeinflussen und Rückwirkungen auf Natur und Gesellschaft haben. Diese Innovationen entstehen zunehmend durch gemeinsame Entwicklungsarbeit unterschiedlicher Disziplinen (z.B. Medizintechnik). Interdisziplinarität wird somit zu einem Forschungs- und Arbeitsprinzip, ohne die hybride Problemstellungen der Gegenwart und Zukunft nicht gelöst werden können. Ein solch komplexes Zusammenspiel in der Lösung von Problemen erfordert mehr denn je eine ausreichende natur- und technikwissenschaftliche Bildung. In diesen Zusammenhängen muss es daher Ziel sein, Bildung grundzulegen, die zum interdisziplinären Denken und zum Nachvollziehen oder Lösen von Problemen befähigt.

## *Bildungspolitische Rahmung*

Diese Problematik haben die Kultusministerien erkannt. Aktuelle Empfehlungen der KMK<sup>1</sup> zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung sehen einen vielfältigen Maßnahmenkatalog vor. In diesem wird ein durchgängiger naturwissenschaftlicher Unterricht von Klasse fünf bis zehn gefordert u.a. in Form von integriertem, naturwissenschaftlich-technischem, interdisziplinärem oder fächerverbindendem Unterricht (vgl. KMK 2009).

Auch der Aufbau von Problemlösekompetenz ist ein Ziel bildungspolitischer Bemühungen, insbesondere vor dem Hintergrund der Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche (vgl. Leutner et al. 2012; OECD 2010; Theuerkauf et al. 2009). Schon die TIMSS Videotape Classroom Study (1999) verwies auf wenig problemlöseorientierten Unterricht an deutschen Schulen. Auch auf Basis dieser Ergebnisse ist die Problemlösekompetenz in den Bildungsstandards der Naturwissenschaften explizit ausgewiesen und soll in schulischen Kontexten entwickelt werden (vgl. KMK 2005 a; b; c; Bildungskommission NRW 1995).

Dagegen findet technikwissenschaftliche Bildung in den Bildungsstandards der KMK bislang wenig Berücksichtigung. Technikwissenschaftliche Kompetenzen wurden bisher nicht formuliert, dabei liegen seit 2007 Entwürfe vom VDI<sup>2</sup> und von KECAL<sup>3</sup> für Bildungsstandards vor und werden auch aktuell diskutiert (vgl. Theuerkauf et al. 2009; Oberliesen & Zöllner 2007).

Um vor diesem bildungspolitischen Hintergrund die o.g. Bildungsziele zu erreichen, haben einige Bundesländer mit der Einführung entsprechender Fächer an allgemeinbildenden Gymnasien in Klasse fünf und sechs reagiert (vgl. Graube, Mammes & Tuncsoy 2013).

## *Fragestellung und Zielsetzung*

Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit natur- und technikwissenschaftlicher Bildung und der KMK-Empfehlung (2009) zur „Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung“ ist die Frage zu stellen, wie die von der KMK vorgeschlagenen Unterrichtsformen didaktisch umzusetzen sind.

---

<sup>1</sup> KMK - Kultusministerkonferenz

<sup>2</sup> VDI - Verein Deutscher Ingenieure

<sup>3</sup> KECAL - Kerncurriculum Arbeitslehre

Diese Fragestellung war Anlass für den VDI und den MNU<sup>4</sup> im Jahr 2011 ein gemeinsames Projekt zur didaktischen Konzeption eines Lernbereichs „Natur und Technik“ zu generieren. Ziel dieses Projektes ist es, die vorangestellten Bildungsziele in einer Fachkonzeption zu berücksichtigen, d.h.:

- eine theoretische Fundierung grundzulegen,
- Interdisziplinarität und Problemlöseorientierung zu gewährleisten sowie
- eine Anschlussfähigkeit an bereits vorhandene Bildungsstandards und vorangegangene Bildungsprozesse sicherzustellen.

### ***Beschreibung des Vorgehens***

Die Beantwortung dieser Frage erfordert:

- Analysen der aktuellen Situation in Schule und Fachdidaktiken. Sie ermitteln, wie – unabhängig von den bereits neu eingeführten Fächern – die beschriebenen Bildungsziele in den Gymnasialklassen fünf und sechs verfolgt werden.
- Eine theoretische Fundierung für ein interdisziplinäres natur- und technikwissenschaftliches Unterrichtskonzept. Aus ihr werden didaktische Grundprinzipien als Rahmen für die Unterrichtsgestaltung abgeleitet.
- Entwicklung eines interdisziplinären didaktischen Modells, welches den Zielsetzungen entspricht. Auf der Grundlage des interdisziplinären didaktischen Modells werden in einem nachfolgenden Schritt didaktische Handreichungen für konkrete Unterrichtsbeispiele generiert.

---

<sup>4</sup> MNU - Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts

## 2 Begriffsklärungen

### *Natur und Technik*

In der Unterscheidung zur Natur, die als etwas ‘Gegebenes’ verstanden wird, lässt sich Technik als „etwas vom Menschen ‘Gemachtes’, ‘Hervorgebrachtes’ oder ‘Erzeugtes’“ definieren (Banse 2013, S. 26). Technik wird darüber hinaus als sozio-technisches System begriffen (vgl. Ropohl 2009), d.h. Technik schließt „nicht nur die von Menschen gemachten Gegenstände (technische Sachsysteme, ‘Artefakte’) selbst, sondern [...] auch deren Entstehungs- und Verwendungszusammenhänge (‘Kontexte’) ein“ (Banse 2013, S. 27).

Dabei ist Technik auch ein Ausdruck für ein erzwungenes, komplexes und zielgerichtetes Zusammenwirken von Naturvorgängen, mit dem Ziel menschliche Bedürfnisse zu befriedigen (vgl. Wolffgramm 1994).

### *Natur- und Technikwissenschaften*

Naturwissenschaften sind Wissenschaften, die sich mit Naturvorgängen (Phänomenen) beschäftigen. Die Leitmethode der Naturwissenschaften ist das Experiment, wodurch naturwissenschaftliche Fragen Antworten erhalten (vgl. Kremer 2012; Kircher, Girwidz & Häußler 2009).

Technikwissenschaften sind Wissenschaften, die sich einerseits mit technischen Sachsystemen, deren Hervorbringung und Nutzung sowie andererseits mit soziotechnischen Systemen befassen (vgl. Banse 2013). Zu diesen Technikwissenschaften gehören auch die Technikgeschichte und Technikphilosophie ebenso wie die Ingenieurwissenschaften. Dabei ist die Leitmethode der Ingenieurwissenschaften die Konstruktion. Sie zielen sowohl auf Erkenntnisgewinnung als auch auf den Eingriff in Natur und Kultur ab (vgl. Graube 2013a). Eine moderne Wissenskultur begreift aber auch die Naturwissenschaften in einer Verknüpfung zwischen Erkenntnis und Anwendung (vgl. Graube 2013a).

### *Von der Disziplin zur Interdisziplinarität*

Wissenschaften haben sich zunächst nach ihrem konkreten Gegenstand in bestimmte Wissenschaftsgruppen organisiert, die Erfahrungsbereichen entsprachen, z.B. „Natur“, „Geist“, „Mensch“, „Gesellschaft“ usw., die sich dann im Weiteren in Disziplinen ausdifferenziert haben (vgl. Ropohl, 2005). Dabei differenzierte sich z.B. die Wissenschaftsgruppe „Natur“ nach ihrem chemischen, physikalischen und biologischen Aspekten in die Disziplinen Chemie, Physik und Biologie.

Das Identitätsstiftende einer Disziplin besteht in:

- a) „einem relativ homogenen Kommunikationszusammenhang von [...] Forschern (‘scientific Community’)“,
- b) einem Bestand an Wissen („Aussagen, Erkenntnissen, Theorien“),
- c) relevanten Forschungsproblemen,
- d) einer Menge bestimmter anerkannter Methoden und Problemlösungen,
- e) einer „spezifischen Karrierestruktur mit institutionalisierten Sozialisationsprozessen [...]“ (De-fila & Di Giulio, 1998, zit. nach Sukopp, 2010, S. 21).

Innerhalb einer Disziplin erfolgt eine Differenzierung in viele, methodisch und experimentell ähnlich vorgehende Fächer.

Erkenntnisgrenzen der Disziplinen ergeben sich aus den ganzheitlichen Problem- und Fragestellungen einer adisziplinären Wirklichkeit (z.B. Umwelt, Klimawandel, Energie, Gesundheit) (vgl. Vollmer 2010).

### *Interdisziplinarität als Forschungs- und Arbeitsprinzip*

Die Lösung komplexer, hybrider Problemstellungen sowohl in den Wissenschaften als auch in der Lebenswelt erfordert die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Wissenschaftsdisziplinen. Diese Zusammenarbeit wird als Interdisziplinarität bezeichnet (vgl. Mittelstraß 2003). Interdisziplinarität

versteht sich also als ein Forschungs- und Arbeitsprinzip. Das Lösen solcher Probleme und die Bewertung der Problemlösung erfordert daher eine entsprechende interdisziplinäre Kompetenz (vgl. Graube 2013a).

### ***Von der Wissenschaftsdisziplin zum Unterrichtsfach***

Die Ausdifferenzierung der Unterrichtsfächer erfolgt traditionell an den Wissenschaftsgruppen und den etablierten Wissenschaftsdisziplinen mit ihren definierten Grenzen (z.B. die Unterrichtsfächer Physik, Biologie und Chemie). Dabei ist ein handlungsleitender Grundsatz in der Ausgestaltung des Unterrichts die Wissenschaftsorientierung (Köck & Ott 1994).

Die Forderung nach schulischer Auseinandersetzung mit Problemen der Wirklichkeit stößt - in Analogie mit den Wissenschaftsdisziplinen - auch an die Grenzen fachorientierter Unterrichtsfächer. Daher soll ein disziplinüberschreitender Unterricht die Realbegegnung im schulischen Kontext ermöglichen. Naturwissenschaftlicher Unterricht in Form von integriertem, naturwissenschaftlich-technischem, interdisziplinärem oder fächerverbindendem Unterricht soll daher stattfinden. Dabei wird aber die Unterscheidung der Unterrichtsorganisation (z.B. fächerverbindendem versus integriertem Unterricht) nicht näher expliziert und scheinbar annähernd synonym verwendet (vgl. KMK 2009; Labudde & Möller 2012).

### ***Interdisziplinäre natur- & technikwissenschaftliche Bildung***

Unter interdisziplinärer natur- & technikwissenschaftlicher Bildung wird daher schlussfolgernd die Fähigkeit verstanden, natur- und technikwissenschaftliche Problemlösungen nachvollziehen und bewerten zu können, komplexe Probleme in diesem Bereich zu erkennen, naturwissenschaftliches Wissen und technikwissenschaftliches Wissen zur Lösung der Probleme zu verknüpfen und die Problemlösung zu verifizieren sowie ggf. zu modifizieren.

### **3 Analysen zur aktuellen Situation interdisziplinärer natur- & technikwissenschaftlicher Bildung in den Gymnasialklassen fünf und sechs**

Vor dem Hintergrund der Fragestellung des Projekts soll nachfolgend in einem ersten Schritt die aktuelle Situation der natur- & technikwissenschaftlichen Bildung in der Schule geprüft werden. Dabei werden nur die Jahrgänge fünf und sechs der allgemeinbildenden Gymnasien berücksichtigt, da hier die Implementationsbestrebungen durch die Einführung entsprechender Lernbereiche am stärksten fortgeschritten sind. Dokumente zur verbindlichen Verankerung bildungspolitischer Ansprüche dienen hier als Basis der Analyse. Daher werden Rahmenrichtlinien, Curricula oder Lehrpläne aller 16 Bundesländer hinsichtlich

- (1) ihrer Fachdenotation im Bereich Natur- und Technikwissenschaften und ihrer Unterrichtsform im entsprechenden Fach oder Lernbereich sowie
- (2) ihrer Inhalte gesichtet (Bildungsserver 2013).

Zielsetzung ist es, Rückschlüsse über Konzeptionen oder gemeinsame Ansätze in Form und Inhalt zu gewinnen.

Zur Auswertung der Dokumente wird die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring eingesetzt (Mayring 1993; 1999). Sie ist ein Instrument zur systematischen, regelgeleiteten Untersuchung umfangreichen Textmaterials (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 332).<sup>5</sup>

#### **3.1 Ergebnisse der Analyse zur Fachdenotation und zur Unterrichtsform**

Die Analyse der Fachdenotation soll Auskunft geben, ob Unterricht im Fächerverbund, als Fachunterricht oder Lernbereich zum Einsatz kommt und natur- und technikwissenschaftliche Anteile enthält. Dafür werden die Dokumente hinsichtlich nachfolgender Kategorien gesichtet:

- Schulfachtitel enthält den Begriff Biologie, Chemie oder Physik,
- Schulfachtitel enthält den Begriff Technik bzw. Technikwissenschaften,
- Schulfachtitel enthält den Begriff Natur bzw. Naturwissenschaft;
- Schulfachtitel enthält den Begriff Informatik oder Computer.

---

<sup>5</sup> Die Analyseergebnisse entstanden unter Mitarbeit von Murat Tuncsoy (Graube, G.; Mammes, I. & Tuncsoy, M., 2013).

<sup>6</sup> DIDAKTISCHES KONZEPTION EINES INTERDISZIPLINÄREN ANSATZES „NATUR UND TECHNIK“ FÜR DIE GYMNASIALKLASSEN FÜNF UND SECHS

Es ergibt sich folgende Übersicht:

Jahrgangsstufe	Länder	Baden-Württemberg	Bayern	Berlin	Brandenburg	Bremen	Hamburg	Hessen	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Rheinland-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Thüringen
	5	Nph, ITG, B	NuT	NW (GS)	B, P, NW, W-A-T (GS)	NW, W-A-T	NW/T	B	B, P oder NW <sup>1</sup> , IG, We (SO)	B, C, P	B, P	NW	NW	B, T/C o	B	B	M-N-T
	6	Nph, ITG, B	NuT	NW (GS)	B, P, NW, W-A-T (GS)	NW, W-A-T	NW/T	B, P	B, P oder NW <sup>1</sup> , IG, We (SO)	B, C, P	B, C <sup>2</sup> , P	NW	NW	B, P, T/Co	B, P	B	M-N-T
<b>Schulformen:</b>		<b>Erläuterung der Abkürzungen für die Schulfächer:</b>										<b>Allgemeine Hinweise:</b>					
GS: Grundschule		B: Biologie C: Chemie IG: Informatische Grundbildung ITG: Informationstechnische Grundbildung M-N-T: Mensch-Natur-Technik NuT: Natur und Technik										MV: NW <sup>1</sup> kann freiwillig von der Schule angeboten werden  NW: C <sup>2</sup> wahlweise ab Jgst. 6 oder 7					
SO: Schulartunabhängige Orientierungsstufe		Nph: Naturphänomene NW/T: Naturwissenschaften/ Technik NW: Naturwissenschaften P: Physik T/Co: Technik/ Computer W-A-T: Wirtschaft-Arbeit-Technik We: Werken															

Tab. 1: Analyse der Fachdenotation

Auf den ersten Blick scheinen in den Curricula des Gymnasiums für die Klassen fünf und sechs natur- und technikwissenschaftliche Lernbereiche ausreichend vertreten zu sein. Eine genauere Betrachtung verdeutlicht jedoch Unterschiede in den einzelnen Fachdenotationen der unterschiedlichen Bundesländer. So sind die Fachbezeichnungen ausgesprochen heterogen und umfassen insgesamt 13 verschiedene Denotationen.

Eine Besonderheit lässt sich dem Bildungsplan Baden-Württembergs entnehmen. Hier ist 'Technik' einer der vier vorgegebenen Themenbereiche für den naturwissenschaftlichen Lernbereich 'Naturphänomene'. Aufgrund dieser Tatsache wird der Bildungsplan Baden-Württembergs in der weiteren Analyse berücksichtigt.

In den Bundesländern Brandenburg und Berlin findet natur- und technikwissenschaftliches Lernen in Klasse fünf und sechs in der Grundschule statt. Da das Vorhaben aber ausdrücklich die Gymnasialklassen fünf und sechs berücksichtigt, werden diese beiden Bundesländer von der weiteren Analyse ausgenommen.

Die nachfolgende Analyse soll Einblicke in die durch die Curricula institutionell verankerte Unterrichtsform geben. Hierzu werden in Anlehnung an die KMK Empfehlungen die Kategorien 'Fachunterricht', 'integriert/fächerverbindend oder überschreitend' und 'interdisziplinär' gebildet.

Es zeigt sich ein breites Unterrichtsspektrum von Formen integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts bis hin zum traditionellen Fachunterricht der naturwissenschaftlichen Einzeldisziplinen. Dabei fällt auf, dass kein explizites Fach Technik angeboten wird. Einen integrierten, fächerverbindenden oder -überschreitenden Lernbereich Natur und Technik bieten drei Bundesländer an (Bayern, Hamburg und Thüringen). Einen naturwissenschaftlichen Fächerverbund dagegen bieten vier Bundesländer an. Kein Bundesland verfügt über ein interdisziplinäres Fach.

### 3.2 Ergebnisse der Analyse zum Inhalt ausgewählter Schulfächer

Die Heterogenität der Fachdenotation und die relative Bandbreite der Unterrichtsformen lassen vermuten, dass die entsprechenden Inhalte ähnlich mannigfaltig sind. Daher gilt es, die Inhalte hinsichtlich



ihrer Ähnlich- oder Unterschiedlichkeit zu überprüfen. Die Inhalte werden tabellarisch erfasst und gegenübergestellt. Es werden dabei nur solche Bundesländer berücksichtigt, deren Fachdenotation technische Inhalte nahelegt (Baden-Württemberg; Bremen; Hamburg; Bayern; Sachsen; Thüringen). Dabei zeigt sich, dass eine systematisierte Analyse der Inhalte durch ein uneinheitlich verwendetes Begriffssystem in den Curricula erschwert wird. Dennoch lassen die Benennungen der Inhalte Rückschlüsse zu. Ermittelt werden können insbesondere unterschiedliche Organisationsstrukturen der Themenverteilungen im Schuljahr. Das Ergebnis ist den Tabellen 2-4 zu entnehmen. Dabei zeigt Tabelle 2 Bundesländer mit einer freien Auswahl definierter Themen, die alle durchgeführt werden müssen. Thüringen (Tabelle 3) definiert die Themen, aber auch deren Abfolge. In Tabelle 4 definieren die Bundesländer Schwerpunkte, innerhalb derer Themen selbst gewählt werden können.

Bundesland	Fachbezeichnung	Anforderungen am Ende der Jg. 6				
		Themenkomplex				
Baden-Württemberg	Naturphänomene	Wasser	Magnetismus und Elektrizität	Luft und Feuer	Technik	
Bremen	Wirtschaft-Arbeit-Technik	Haushalt und Konsum	Unternehmen und Produktion	Infrastrukturen	Arbeits-, Berufsorientierung und Lebensplanung	
Hamburg	Naturwissenschaften / Technik	Schall und Sinne	Bewegung	Wetter und Klima	Vielfalt des Lebens	Daten und Informationen

Tab. 2: Freie Auswahl definierter Themen (vgl. Bildungsserver 2013)

Bundesland	Fachbezeichnung	Jg. 5			Jg. 6		
		Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4	Modul 5	Modul 6
Thüringen	Mensch-Natur-Technik	Naturwissenschaftliches Arbeiten	Samenpflanzen	Wirbeltiere	Menschliche Körper	Das Leben in einem Lebensraum	Bionik

Tab. 3: Definierte Themen und definierte Abfolge (vgl. Bildungsserver 2013)

Bundesland	Fachbezeichnung	Jg. 5		Jg. 6	
		Schwerpunkt 1	Schwerpunkt 2	Schwerpunkt 3	Schwerpunkt 4
Bayern	Natur und Technik	Naturwissenschaftliches Arbeiten	Biologie	Biologie	Informatik
Sachsen	Technik / Computer	Fertigen technischer Objekte	Informationsbeschaffung mit dem Computer	Konstruieren technischer Objekte	Informationsaustausch mit dem Computer
Sachsen	Wahlpflicht in Technik / Computer	Transport und Verkehr, Traditionelles Handwerk, Entsorgung von Wertstoffen und Geräten, Nachrichten übertragen		Transport und Verkehr, Modernes Handwerk, Anlagen zur Nutzung alternativer Energien, Signale nutzen	

Tab. 4: Definierte Schwerpunkte mit freier Themensetzung (vgl. Bildungsserver 2013)

Weiterhin wird deutlich, dass sich die Inhalte des Lernbereichs ‘Natur und Technik’ in Bayern vorwiegend an den Fachdisziplinen ‘Biologie’ und ‘Informatik’ orientieren.

Die anderen Bundesländer formulieren Themenkomplexe bzw. legen Schwerpunkte fest (z.B. ‘Luft und Feuer’ in dem Fach ‘Naturphänomene’ in Baden-Württemberg). Problematisch scheint außerdem die Reduzierung der in der Fachbeschreibung versprochenen technikwissenschaftlicher Kontexte auf informationstechnische Teilgebiete (z.B. ‘Informatik’ in dem Fach ‘Natur und Technik’ in Bayern). Ebenso erfährt die chemische und physikalische Perspektive häufig eine Verkürzung (z.B. findet sie keine Verankerung in dem Fach ‘Mensch-Natur-Kultur’ in Thüringen).

Als Gemeinsamkeit der Bundesländer Bayern und Thüringen kann der Beginn des Schulfaches mit dem Schwerpunkt bzw. Modul ‘Naturwissenschaftliches Arbeiten’ genannt werden.

Zusammengefasst verweisen die Analysen zur Fachdenotation, zu den Unterrichtsformen und Inhalten auf eine große Heterogenität, so dass eine gemeinsame Basis einer natur- und technikwissenschaftlichen Disziplin ausgeschlossen werden kann.

### 3.3 Ergebnisse der Analyse von Gemeinsamkeiten und Differenzen der Fachdidaktiken

Eine interdisziplinäres didaktisches Konzept ‘Natur und Technik’ erfordert zunächst die Sichtung der disziplinen-eigenen, also fachspezifischen Inhalte und Methoden der beteiligten Fachdidaktiken. So wird ermittelt, welche Gemeinsamkeiten aber auch Unterschiede Berücksichtigung finden müssen. Dieses Vorgehen erfolgt in Form einer Dokumentenanalyse (Mayring 1999). Als Datenmaterial werden hierfür Publikationen in den Fachdidaktiken der Fächer Biologie, Chemie, Physik und Technik zu Grunde gelegt. Dabei erfolgt die Auswahl entsprechender Literatur mit Hilfe von Experteninterviews (Mayer 2008).

Disziplin	Biologie	Chemie	Physik	Technik
<b>Autorin/Autor</b>	Gropengießer & Kattmann (2006) Spörhase-Eichmann & Ruppert (2004) Berck (2005)	Pfeifer, Lutz & Bader (2002) Kometz (1998) Rossa (2005)	Wiesner, Schecker & Hopf (Hrsg.) (2011) Kircher et al. (2009) Bleichroth et al. (1999)	Schmayl (2010) Hüttner (2009) Henseler & Höpken (1996)

Tab. 5: Übersicht zu der Literatur der Fachdidaktik

Um die aus dieser Literatur entnommene Fülle des Datenmaterials beherrschbar zu machen, wird die Globalauswertung nach Legewie (1994) angewendet. Sie ermöglicht eine breite, übersichtsartige und zügige Auswertung der Dokumente, die in Teilen nach Konzepten, Kontexten und Methoden gesichtet werden (Bortz & Döring, 2006). Dabei zeigt sich, dass Konzepte und Kontexte in den hier untersuchten unterschiedlichen Fachdidaktiken in ihren Begrifflichkeiten und Kategorien zu heterogen sind, um eine Systematisierung für eine neue didaktische Konzeption vorzunehmen.

Jedoch lassen sich hinsichtlich der Methoden Gemeinsamkeiten und Unterschiede ermitteln. Hier liegt didaktisches Potenzial sowohl für eine Synthese als auch für eine Distinktion als Grundannahmen des interdisziplinären Konzepts ‘Natur und Technik’.

Es ergibt sich folgende Übersicht:

Fachdidaktik	Biologie	Chemie	Physik
<b>Methoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Erkundungsformen (Betrachten, Beobachten, Untersuchen)</li> <li>• Das Vergleichen</li> <li>• Arbeit mit Lupe und Mikroskop</li> <li>• <b>Experiment und Modellbildung</b></li> <li>• Sachgerecht auswerten und dokumentieren</li> <li>• Protokollieren, Zeichnen, Mathematisieren</li> <li>• Sammeln und Ausstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exakte, objektive, vorurteilsfreie Beobachtung</li> <li>• Ordnen, Systematisieren, Klassifizieren und Vergleichen der Fakten sowie das Herstellen von Kausalbeziehungen</li> <li>• <b>Modelleinsatz und das Denken in Modellen</b></li> <li>• <b>Experiment (induktiv und deduktiv)</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Experiment (induktiv und deduktiv)</b></li> <li>• <b>Modell</b></li> <li>• Problematisierung</li> <li>• Hypothesenbildung</li> <li>• Laborieren</li> <li>• Deutung von Effekten und Messwerten</li> </ul>

Tab. 6: Methoden in den Fachdidaktiken der Naturwissenschaften

Tabelle 6 zeigt die unterschiedlichen Methoden der naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken, wobei Gemeinsamkeiten deutlich zu erkennen sind. Insbesondere das ‘Experiment’ und das ‘Modell’ finden in allen drei Fachdidaktiken Anwendung. Elementare Erkundungsformen, wie z.B. das Beobachten, sind auch grundlegende Prinzipien des Experiments und können auch in der Fachdidaktik Physik unterstellt werden.

Fachdidaktik	Technik		
Autoren	Schmayl (2010)	Hüttner (2009)	Henseler & Höpken (1996)
<b>Methoden</b>	<u>Sachdimension erschließend</u> <i>Genetisch-produktives Lernen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Technisches Experiment</b></li> <li>• <b>Konstruktionsaufgabe</b></li> <li>• Fertigungsaufgabe</li> <li>• Instandhaltungsaufgabe</li> <li>• Recyclingsaufgabe</li> </ul> <i>Instruierend-analytisches Lernen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrgang</li> <li>• Produktanalyse</li> </ul> <u>Humandimension erschließend</u> <i>Genetisch-produktives Lernen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt</li> <li>• Fallaufgabe</li> <li>• Planspiel</li> </ul> <i>Instruierend-analytisches Lernen</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkundung</li> <li>• Technikstudie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrgang</li> <li>• Projektbearbeitung</li> <li>• <b>Experiment</b></li> <li>• Leittextgestütztes Lernen</li> <li>• <b>Konstruieren</b></li> <li>• Fertigen</li> <li>• Technische Analyse</li> <li>• Technische Erkundung</li> <li>• Fallstudie</li> <li>• Konferenzmoderation</li> <li>• Planspiel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrgang</li> <li>• <b>Konstruktionsaufgabe</b></li> <li>• Herstellungsaufgabe</li> <li>• Konstruktions- und Herstellungsaufgabe</li> <li>• <b>Technisches Experiment</b></li> <li>• Technische Analyse</li> <li>• Technische Erkundung</li> <li>• Technische Bewertung</li> <li>• Projekt</li> <li>• Fallstudie</li> <li>• Expertenbefragung</li> </ul>

Tab. 7: Methoden in den Fachdidaktiken der Technikwissenschaften

Tabelle 7 zeigt die Methoden unterschiedlicher Ansätze der Fachdidaktik Technik. Dabei ergeben sich methodische Gemeinsamkeiten in den Bereichen ‘Technisches Experiment’ bzw. ‘Experiment’ und ‘Konstruktionsaufgabe’ bzw. ‘Konstruieren’. Weitere gemeinsame Methoden wie z.B. ‘Lehrgang’ oder die ‘Fallstudie’ sind nicht fachspezifisch, sondern auch in anderen Fachdidaktiken enthalten (Peterßen, 2001).

Ein Vergleich beider Tabellen zeigt die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der ausgewählten Fachdidaktiken. Dabei ist das Experiment als Methode sowohl in den Naturwissenschaften als auch in der Technik zu finden, wenngleich ein Unterschied in seiner Intention liegt. Die naturwissenschaftlichen Experimente haben zumeist eine kausale Intention, während das technische Experiment final orientiert ist.

In der Analyse wird jedoch ein Unterschied erkennbar: Die hier analysierten Didaktiken werten das ‘Modell’ als primär naturwissenschaftliche Methode und die ‘Konstruktionsaufgabe’ als primär technikwissenschaftliche Methode.

### **3.4 Zusammenfassung der Analyseergebnisse und Fazit**

Die Analysen zur aktuellen Situation der natur- & technikwissenschaftlichen Bildung zeigen, dass diese in den Gymnasialklassen fünf und sechs hinsichtlich ihrer Denotation, ihrer Unterrichtsform und Inhalte sehr heterogen ist.

Dabei lassen die Fachdenotationen keine gesicherten Rückschlüsse auf fachliche Inhalte zu.

Die Unterrichtsformen weisen ein breites Spektrum auf.

Die Inhaltsauswahl unterscheidet sich fast vollständig voneinander. Dabei kommt es aufgrund unausgewogener Verteilung zugunsten biologischer Inhalte zu Verkürzungen der chemischen, physikalischen und technischen Perspektive.

Eine institutionelle Verankerung ist zwar gegeben, jedoch fehlt eine grundlegende Konzeption interdisziplinärer natur- und technikwissenschaftlicher Bildung.

Eine Systematisierung bezogen auf Konzepte und Kontexte in den Fachdidaktiken konnte aufgrund eines fehlenden, gemeinsamen, innerdisziplinären Begriffs- und Kategoriensystems nicht vorgenommen werden.

Im Gegensatz dazu eignen sich die Methoden in den Fachdidaktiken, Gemeinsamkeiten und Unterschiede für ein interdisziplinäres Konzept zu identifizieren. Als methodische Gemeinsamkeit für die Fachdidaktiken wurde das ‘Experiment’ ermittelt. Als Unterschiede werden fachspezifische Methoden wie z.B. die ‘Konstruktionsaufgabe’ identifiziert.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für die implementierten natur- & technikwissenschaftlichen Lernbereiche keine didaktische Konzeption zu Grunde liegt.

Ein interdisziplinärer Lernbereich ‘Natur und Technik’ erfordert daher umso mehr eine wissenschaftlich begründete didaktische Konzeption mit der Herausforderung, die Fachspezifika der einzelnen Fachdidaktiken interdisziplinär zu verknüpfen.

## 4 Entwicklung eines interdisziplinären didaktischen Modells „Natur und Technik“

### 4.1 Theoretischer Bezugsrahmen

Im folgenden Abschnitt wird der theoretische Bezugsrahmen des zu konzipierenden didaktischen Konzepts „Natur und Technik“ vorgestellt.

Dabei werden zunächst die Grundzüge der systemisch-konstruktivistischen Didaktik nach Reich (2005) dargestellt. Sie bilden das Fundament der didaktischen Konzeption und werden entsprechend der Anwendung im natur- und technikwissenschaftlichen Bildungsbereich modifiziert.

In einem zweiten Schritt wird Problemlösen theoretisch hergeleitet und ebenfalls als Grundannahmen determiniert. Interdisziplinarität begründet sich aus den eingangs genannten Bildungszielen bereits als Grundannahme.

Aus diesen Grundannahmen werden dann didaktische Grundprinzipien abgeleitet und expliziert.

In einem dritten Schritt werden die entwickelten Grundannahmen in einem Modell synthetisiert.

#### *1. Die Konstruktivistische Erkenntnistheorie als Grundannahme*

War es im deutschen Naturwissenschaftsunterricht weitgehend Praxis, durch fragend-entwickelnden Unterricht Lernende zu instruieren und rezeptive Wissensbestände zu vermitteln, so haben besonders die Ergebnisse von TIMSS und PISA Einfluss auf die Weiterentwicklung solcher Unterrichtspraxis genommen (Stigler et al. 1999; OECD 2001, 2006). Um das Outcome der Lernenden zu verbessern und aktives Wissen zu entwickeln, soll der Lernende seine Wirklichkeit auf der Basis seiner vorhandenen Vorstellungen selbst konstruieren. Damit liegt der Unterrichtsgestaltung ein pragmatisch-konstruktivistisches Modell vom Lehren und Lernen zu Grunde, dessen Ziel es ist, Möglichkeiten zu schaffen, dass der Lernende Wissen aus objektivierten Wissensvorräten aneignet und in bereits bestehende Wissensstrukturen integriert (vgl. Mantura 1978; Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001; Duit 2002; Mammes 2008).

Hier schließt Reichs (2005) konstruktivistische Didaktik für alle Fächer an. Ihre konstruktive Erkenntnisgewinnung bewegt sich nach Reich in einem didaktischen Dreiklang von drei Denk- und Handlungsweisen: dem Erfinden (Konstruktion), dem Entdecken (Rekonstruktion) und dem Enttarnen (Dekonstruktion). Im Zentrum dieser Didaktik stehen Konstrukte ideeller bzw. materieller Art, die konstruiert, rekonstruiert und dekonstruiert werden.

#### *Erfinden (Konstruktion)*

Der Schwerpunkt dieser Denk- und Handlungsweise liegt auf der Entwicklung von eigenen Ideen und Gedanken der Lernenden und auch deren praktischer Umsetzung (Reich 2005).

#### *Entdecken (Rekonstruktion)*

Die zweite Denk- und Handlungsweise ist das Entdecken (Rekonstruktion). Die Notwendigkeit des Entdeckens basiert darauf, dass nicht jede Erkenntnis durch eigene Erfindung erzeugt werden kann. Deshalb müssen ggf. die Erfindungen anderer „nachentdeckt“ werden (vgl. Reich 2005). Entscheidend für den Lernerfolg ist hierbei auch, dass Hintergrund und Motivation des Entdeckers beleuchtet werden (vgl. Reich 2005; vgl. Graube 2013b).

#### *Enttarnen (Dekonstruktion)*

Das Enttarnen (Dekonstruktion) bildet die dritte Denk- und Handlungsweise. Der Fokus liegt hierbei auf dem Infragestellen des Erfundenen und Entdeckten. Dabei sollen Gegensätze, Ambivalenzen und Hintergründe aufgedeckt werden (vgl. Kron 2004; Reich 2005). Diese kritisch-reflexive Metaebene

des Enttarnens kann und sollte sich auf die eigenen oder auch fremden Konstrukte beziehen (vgl. Graube 2013b).

Darüber hinaus unterscheidet Reich (2005) grundsätzlich drei unterschiedliche Konstruktionstypen:

- Symbolische Konstruktionen: Zeichensysteme in Form von Zeichnungen, Texten, theoretischen Modellvorstellungen, wissenschaftlichen Aussagen, u.a.
- Imaginäre Konstruktionen: Vorstellungen, Assoziationen, Implizites, Intuitives, Wünsche, Bedürfnisse, Phantasien, Ideen, Motivation
- Reale Konstruktionen: reale Gegenstände, reale Erfahrungen.

## II. Das Problemlösen als Grundannahme

Als Problemlösen wird Denken bezeichnet, das darauf gerichtet ist, ein Hindernis zu überwinden, dass das Individuum von einem Ziel trennt (Krech et al. 1985). Viele Probleme erfordern jedoch nur die Reproduktion bereits existierender Lösungen in einer wirksamen Anpassungsleistung. Erst wenn dieses Wissen nicht ausreicht, einen Zielzustand anzustreben, gelangen Problemlöseverfahren zur Anwendung (Edelmann 2000).

### Das Problem in Abgrenzung zur Aufgabe

Grundsätzlich ist zunächst zwischen Problem und Aufgabe und damit zwischen Problemlösung und Aufgabenbearbeitung zu unterscheiden. Dabei ist der Grad der Bestimmtheit bzw. Unbestimmtheit entscheidend. Während Aufgaben mit definiertem Ziel, bekannten Mitteln auf bekannte Weise gelöst werden, ist ein Problem durch Unbestimmtheit in den Elementen (1) Anfangszustand, (2) Zielzustand und (3) Wege zur Lösung definiert (Newell & Simon 1972, zit. in Zimbardo, Gerrig 2004, S. 372; vgl.: Edelmann & Wittmann 2012):

1. Anfangszustand mit unvollständigen Informationen oder mit einer unbefriedigenden Zustandslage,
2. Zielzustand, der erreicht werden soll, wobei nicht immer alle Zielkriterien festliegen
3. Vorgehen (Mittel), um ausgehend vom Anfangszustand den Zielzustand zu erreichen.

Zusätzlich beschreiben Edelmann & Wittmann (2012) die Barriere, die die Überführung des Anfangszustands in den Zielzustand zunächst verhindert, als Merkmal eines Problems).

### Problemtypen

Je nach Barrieretyp werden unterschiedliche Problemtypen unterschieden (vgl. Pahl et al. 2003, Dörner 1986; Edelmann 2000):

Barriere	Mittel/ Operator	Zielzustand	Problemlösung	Problemtyp
<b>Synthesebarriere</b>	unbekannt	Definiert	Mittel finden	Syntheseproblem (Operatorproblem)
<b>Interpolationsbarriere</b>	bekannt, hohe Anzahl	Definiert	Kombination und Reihenfolge der Mittel finden	Interpolationsproblem (Kombinations- oder Auswahlproblem)
<b>dialektische Barriere</b>	bekannt	unscharf definiert	Lösungsentwurf muss auf Widersprüche geprüft, geändert, erneut geprüft werden usw.	Dialektisches Problem (Such- und Anwendungsproblem)

Tab. 8: Problemtypen

Darüber hinaus werden zwei grundsätzliche Problemarten unterschieden. Geschlossene Probleme haben nur eine richtige Lösung, offene Probleme haben dagegen mehrere bis unendlich viele Lösungen.

### Problemlöseprozess

Der Problemlöseprozess wird in unterschiedlichen Konzepten beschrieben (Krech et al. 1985; Edelmann & Wittmann 2012). Edelmann (2000) fasst die zentralen Gesichtspunkte verschiedener Konzepte zusammen und entwickelt das nachfolgende Ablaufmodell des Problemlösens, welches aus vier Stadien besteht

1. Problemraum:  
Er beinhaltet die innere Repräsentation der Problemsituation und umfasst eine Problemanalyse (Edelmann & Wittmann 2012).
2. Situationsanalyse:  
Das Problem wird definiert. Im Zentrum steht dabei die Ziel- und Konfliktanalyse.
3. Suchraum:  
Er entsteht in der Verbindung von Merkmalen der Problemsituation mit den Handlungsmöglichkeiten des Problemlösers und umfasst verschiedene Formen des Problemlösens.
4. Lösung und Evaluation:  
Die Lösung wird nach eingesetzten Maßnahmen und Ökonomie bewertet und ggf. modifiziert. Die Lösung steht für zukünftige ähnliche Probleme zur Verfügung (Transfer) (Edelmann & Wittmann 2012).

Ehrlenspiel (2003 zit. nach Lindemann 2006) konkretisiert die eher abstrakten Stadien Edelmanns in ein konkretes Vorgehen beim Problemlösen. Dabei schließen einzelne Schritte unter Umständen wieder an vorangegangene an, sodass ein Vorgehenszyklus entsteht:

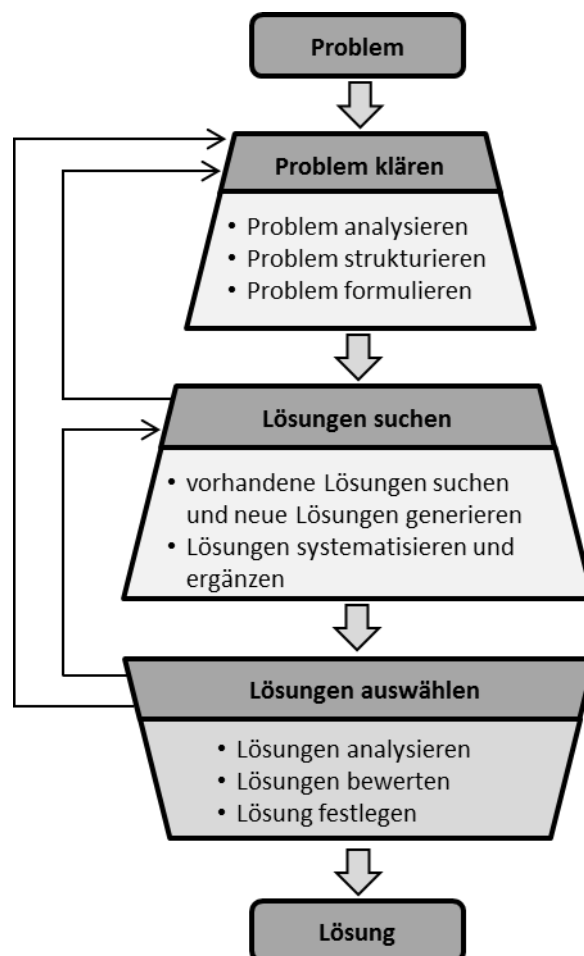


Abb. 1: Vorgehenszyklus beim Problemlösen (Quelle: Ehrlenspiel 2003, zit. in Lindemann 2007, S. 42)



Zur Lösung von Problemen braucht man sowohl ein bestimmtes Faktenwissen (epistemische Struktur) als auch bestimmte Methoden zur Lösungsfindung (heuristische Struktur) (Pahl et al. 2003, S. 59). Edelmann (2000) nennt darüber hinaus noch Motivation als ein wesentliches Personenmerkmal.

### *Problemlösemethoden*

Zum Lösen von Problemen lassen sich im Wesentlichen fünf Formen unterscheiden):

- Problemlösen durch Versuch und Irrtum;
- Problemlösen durch Umstrukturierung;
- Problemlösen durch Anwendung von Strategien;
- Problemlösen durch Kreativität;
- Problemlösen durch Systemdenken (Edelmann 2000).

### *Bedeutung des Problemlösens für schulisches Lernen*

Mehrere Gründe sprechen lernpsychologisch für eine Problemorientierung beim Lernen (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999):

- Probleme wecken im besonderen Maße das Interesse und motivieren zu einer aktiven Auseinandersetzung mit neuen Inhalten.
- Mit Problemen können Lernende sich selbstgesteuert beschäftigen und entwickeln ein Gefühl der Autonomie.
- In den Prozess des Problemlösens können Lernende eigene Vorerfahrungen einbringen und daran anknüpfend konstruktiv tätig sein.
- Probleme konstituieren sich aus einem spezifischen Kontext und tragen situative Merkmale.
- Darüberhinaus eignen sich Probleme gut für kooperatives Problemlösen und den damit verbundenen sozialen Austauschprozessen.

Für einen problemorientierten Unterricht sollen daher Probleme gewählt werden (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999, S. 38-39),

- die entweder authentisch sind oder Bezug zu authentischen Situationen/Ereignissen haben;
- die für die Lernenden relevant sind;
- die Aktualität und allgemeine oder persönliche Brisanz besitzen;
- die neugierig und auch betroffen machen.

Reinmann-Rothmeier & Mandl (1999) heben bei der Gestaltung problemorientierten Unterrichts insbesondere die Bedeutung der instruktionalen Unterstützung hervor. Dabei sollen instruktionale Phasen mit aktiv-konstruktiven Lernprozessen verknüpft werden.

Darüber hinaus muss Unterricht zunächst die zunehmende Prozeduralisierung von spezifischen Fertigkeiten zur Aufgabenlösung entwickeln und darauf aufbauend Flexibilität und Anpassungsfähigkeit dieser Fertigkeiten bei problemlösendem Denken fördern (Seel 2000).

## **4.2 Ableitung didaktischer Grundprinzipien für ein interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“**

Unterrichtsprinzipien sind generell handlungsleitende Grundsätze der methodischen Unterrichtsgestaltung (Köck & Ott 1994; Petersen 2001). Sie stellen die Auseinandersetzung mit der Sache in einer gewünschten methodischen Form sicher (z.B. Prinzip der Anschaulichkeit). Daher kommen neben

fächerübergreifenden Prinzipien in einem interdisziplinären Konzept „Natur und Technik“ auch besondere konzeptinhärente Prinzipien zum tragen:

### ***Grundprinzip der erkenntnistheoretischen Orientierung***

Erfinden, Entdecken und Enttarnen werden dem Modell als Basismethoden der Erkenntnisgewinnung zugrunde gelegt. Die Methoden gehen ineinander über, wobei das Enttarnen eine Meta-Methode darstellt, die Erfinden und/oder Entdecken immer wieder neu auslösen kann. Aufgrund der Tatsache, dass der Begriff Enttarnen in den Didaktiken der Naturwissenschaften einem anderen Verständnis unterliegt, wird im Weiteren die Begrifflichkeit Reflektieren und Bewerten verwendet.

Darüber hinaus sollen sich die Basismethoden möglichst immer sowohl auf der Realebene (Natur als Gegebenes, Technik als Geschaffenes) als auch auf der Symbolebene (z.B. Berichte, Dokumentationen, Zeichnungen) wiederfinden.

### ***Grundprinzip der Interdisziplinarität***

Interdisziplinarität wird als Zusammenarbeit von Wissenschaftsdisziplinen zur Lösung hybrider Problemstellungen verstanden. Insofern verknüpft das Modell „Natur und Technik“ auf drei unterschiedlichen Ebenen:

- Wissenschaftsebene – Erkenntnisse der Natur- und Technikwissenschaften
- Objektebene – Natur und Technik
- Subjektebene – Erkennen und Lösen von Problemen sowie der Bewertung der Problemlösung

### ***Grundprinzip des Problemlösens***

Aus dem Grundprinzip der Interdisziplinarität ergibt sich demnach, dass der Prozess der Problemlösung im Zentrum des Modells steht. Das heißt, die Erkenntnisgewinnung fokussiert auf den Zusammenhang zwischen Problem und Problemlösung. Probleme stellen somit den Ausgangspunkt von aktiv-konstruktiven Lernprozessen dar, bei denen Lernende instruktional unterstützt werden können. Damit dieses Grundprinzip in der nachfolgenden Handreichung sichtbar bleibt, sollen die zu erstellenden Unterrichtsskizzen mit einem Problemlöseablaufplan unterlegt werden (vgl. Musterbeispiele).

Dafür werden nachfolgend die Problemlösestadien in Anlehnung an Edelman (2000) und der Verlaufszyklus in Anlehnung an Ehrlenspiel (2003) zusammengeführt.

Dabei werden die Stadien auf drei reduziert und umbenannt. Diesen modifizierten Stadien werden dann die entsprechenden Problemlöseschritte zugeordnet:

#### ***Problemlöseablauf***

1. Problemraum (Problem klären)
  - Problem analysieren
  - Problem strukturieren
  - Problem formulieren
2. Suchraum (Lösung suchen)
  - Vorhandene Lösungen suchen
  - Neue Lösungen generieren
3. Lösungsraum (Lösung auswählen)
  - Lösungen analysieren
  - Lösungen bewerten
  - Lösung festlegen
  - Lösung evaluieren

### ***Grundprinzip der Methodenverknüpfung zur Problemlösung***

Aus dem Grundprinzip der Interdisziplinarität ergibt sich weiterhin, dass die Methoden zur Problemlösung aus den Disziplinen verknüpft werden. Die Methoden Experimentieren, Modellbildung und technisches Konstruieren werden daher aufeinander bezogen.

### ***Grundprinzip der Orientierung am Alltag/Lebenswelt***

Die zu thematisierenden Probleme und Problemlösungen aus Natur und Technik müssen sich am Alltag und an der Lebenswelt der Lernenden orientieren (Köck & Ott 1994, 555). Dabei lehnt sich die Auslegung des Grundprinzips auch an dem übergreifenden Unterrichtsprinzip der Lebensnähe an. Gleichzeitig sollen sie Zukunftsbedeutung haben. Solche Zukunftsthemen sind beispielsweise Energie, Mobilität oder Ernährung und Gesundheit.

### **4.3 Interdisziplinäres didaktisches Modell „Natur und Technik“**

Abbildung 2 zeigt das aus den Prinzipien abgeleitete interdisziplinäre didaktische Modell „Natur und Technik“. Im Mittelpunkt des Modells steht der Prozess der Problemlösung, also der Zusammenhang zwischen Problem, Problemlösung und Ergebnis. Dabei kann der Problem – Problemlösungs-Zusammenhang durch die drei Denk- und Handlungsweisen in Anlehnung an die systemisch-konstruktivistische Didaktik Reichs strukturiert werden.

Erfinden/ Konstruieren und Entdecken/ Rekonstruieren unterscheiden sich dabei grundsätzlich durch den Grad der Strukturierung. Beim Erfinden/ Konstruieren wird ausgehend von einer Problemstellung eine eigene Problemlösung entwickelt, die für den Lernenden neu ist. Das Ergebnis ist offen, z.B.

- Bau eines Bootes mit gegebenen Anforderungen ohne Bauplan/ Anleitung
- Eigenständige Planung, Durchführung und Auswertung eines Experimentes

Beim Entdecken/ Rekonstruieren wird eine Problemlösung nachvollzogen. Das heißt, die Methode geht von fremden Konstruktionen aus, die im Verlaufe der Auseinandersetzung zu eigenen Konstruktionen führen - das Ergebnis ist zum großen Teil vorbestimmt und erwartbar, z.B.

- Bau eines Bootes mit Bauplan/ Anleitung
- Experimentieren nach Anleitung

Reflektieren und Bewerten beziehen sich sowohl auf die eigene Problemlösung als auch auf die nachvollzogene Problemlösung und stellen sie infrage. Dadurch kann Erfinden und Entdecken wieder neu initiiert werden. Dabei können Instruktionen das Lernen anregen (Reinmann & Mandl 2006).

Die nachfolgende Abbildung soll Denk- und Handlungsweisen in einem interdisziplinären Modell „Natur und Technik“ veranschaulichen.

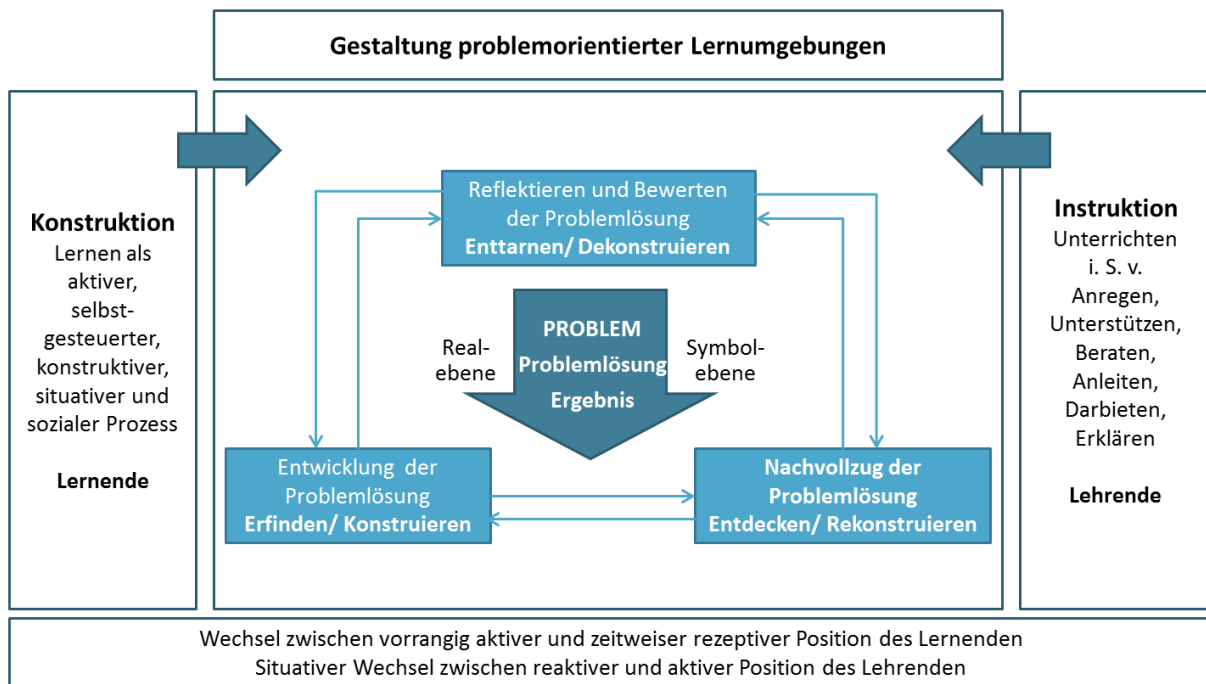


Abb. 2: Interdisziplinäres didaktisches Modell "Natur und Technik"

In diesem Modell wird der Konstruktionstyp des Imaginären nicht expliziert, da das Imaginäre immer unterschwellig vorhanden ist. Jedoch enthält das Modell explizit die Symbol- und Realebene, die immer miteinander in einen Zusammenhang zu stellen sind:

- Symbolische Konstruktionen auf der Zeichenebene (z.B. Dokumentationen, Protokolle, technische Zeichnungen, Pläne, Abbildungen, Anweisungen, Texte, theoretische Modellvorstellungen u.a.) die zur Problemlösung beitragen.
- Reale Konstruktionen durch die Arbeit mit Materialien, Werkzeugen, Instrumenten, Laboreinrichtungen, Versuchsaufbauten u.a., um reale Prozessabläufe und reale Produkte zu erreichen, die zur Problemlösung beitragen.

## 5 Ausblick

In Weiterführung des Vorhabens ist geplant, Themen und Inhalte für eine konkrete Umsetzung und Anwendung des interdisziplinären didaktischen Konzepts im Unterricht auszuwählen. Zu diesen Themen und Inhalte werden dann von Lehrkräften Unterrichtshandreichungen auf Grundlage des entwickelten didaktischen Modells entwickelt und im Unterricht getestet.

## 6 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 1: Analyse der Fachdenotation.....	7
Tab. 2: Freie Auswahl definierter Themen (vgl. Bildungsserver 2013).....	9
Tab. 3: Definierte Themen und definierte Abfolge (vgl. Bildungsserver 2013) .....	9
Tab. 4: Definierte Schwerpunkte mit freier Themensetzung (vgl. Bildungsserver 2013).....	9
Tab. 5: Übersicht zu der Literatur der Fachdidaktik .....	10
Tab. 6: Methoden in den Fachdidaktiken der Naturwissenschaften.....	11
Tab. 7: Methoden in den Fachdidaktiken der Technikwissenschaften.....	11
Tab. 8: Problemtypen .....	14
Abb. 1: Vorgehenszyklus beim Problemlösen .....	
(Quelle: Ehrlenspiel 2003, zit. in Lindemann 2007, S. 42) .....	15
Abb. 2: Interdisziplinäres didaktisches Modell "Natur und Technik" .....	19

## 7 Literatur

- Banse, G. (2013): Erkennen und Gestalten – oder: über Wissenschaften und Machenschaften. In: Bienhaus, W. & Schlagenhauf, W. (Hg.): Technische Bildung im Verhältnis zur naturwissenschaftlichen Bildung. BE.ER-Konzept, Offenbach am Main. S. 21 – 49.
- Barke, H.-D. & Harsch, G. (2001): Chemiedidaktik heute. Lernprozesse in Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Berck, K.-H. (2005): Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Bildungsserver (2013): Bildungspläne der Bundesländer für allgemeinbildende Schulen. (<http://www.bildungsserver.de/Bildungsplaene-der-Bundeslaender-fuer-allgemeinbildende-Schulen-400.html>, aufgerufen am 06.09.2013).
- Bleichroth, W.; Dahncke, H.; Jung, W.; Kuhn, W.; Merzyn, G. & Weltner, K. (1999): Fachdidaktik Physik. Köln: Aulis Verlag.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Dörner, D. (1986): Diagnostik der operativen Intelligenz. In: *Diagnostica*. 32. S. 290-308.
- Duit, R. (1995): Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftlichen Lehr-Lernforschung. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, (6). 905-923.
- Edelmann, W. (2000): Lernpsychologie. Weinheim: Beltz.
- Edelmann, W. & Wittmann, S. (2012): Lernpsychologie. Weinheim: Beltz.
- Graube, G. (2013a): Technoscience und Technoscience Education. Zum Paradigmenwechsel didaktischer Bezugsgrößen. ([http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal\\_derivate\\_00028335/Graube-Technoscience\\_Education.pdf;jsessionid=C42598E25BA977C5C3E2BE4128D989AA](http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00028335/Graube-Technoscience_Education.pdf;jsessionid=C42598E25BA977C5C3E2BE4128D989AA), aufgerufen am 06.09.2013).
- Graube, G. (2013b): Erfinden, Entdecken und Enttarnen: Didaktische Leitfragen für die Auseinandersetzung mit Basiskonzepten der Technik. In: I. Mammes (Hrsg.): Technisches Lernen im Sachunterricht. Nationale und internationale Perspektiven. Baltmannsweiler: Schneider. S. 22-44.
- Graube, G.; Mammes, I. & Tuncsoy, M. (2013): Zur Situation des gemeinsamen Lernbereiches Natur und Technik in der gymnasialen Orientierungsstufe. Die Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes. In: *Zeitschrift des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts*. 66 (3). S. 176-179.
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2006): Fachdidaktik Biologie. Begründet von D. Eschenhagen, U. Kattmann & D. Rodi. Köln: Aulis Verlag.
- Henseler, K. & Höpken, G. (1996): Methodik des Technikunterrichts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hüttner, A. (2009): Technik unterrichten. Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel.
- Kircher, E.; Girwidz, R. & Häußler, P. (2009): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- KMK – Kultusministerkonferenz (2009): Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung. ([http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2009/2009\\_05\\_07-Empf-MINT.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf), aufgerufen am 06.09.2013).
- KMK (2005a): Bildungsstandards im Fach Biologie. München, Neuwied: Wolters Kluwer Deutschland.
- KMK (2005b): Bildungsstandards im Fach Chemie. München, Neuwied: Wolters Kluwer Deutschland.
- KMK (2005c): Bildungsstandards im Fach Physik. München, Neuwied: Wolters Kluwer Deutschland.
- Köck, P. & Ott, H. (1994): Wörterbuch für Erziehung und Unterricht. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.
- Krech, D.; Crutchfield, R.S.; Livson, N.; Wilson, jr. & Parducci, A. (1985): Grundlagen der Psychologie 4. Weinheim: Beltz.
- Kremer, M. (2012): Grundbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern - Basiskompetenzen -. Neuss: Verlag Klaus Seeberger.
- Kron, F. W. (2004): Grundwissen Didaktik. München, Basel: Ernst Reinhardt Verlag.
- Labudde, P. & Möller K. (2012): Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*. 2. Vierteljahr. S. 11-36.
- Legewie, H. (1994): Globalauswertung von Dokumenten. In: A. Boehm, A. Mengel & T. Muhr (Hrsg.): Texte verstehen. Konzepte, Methoden, Werkzeuge. Konstanz: Universitätsverlag. S. 177-182.
- Leutner, D.; Fleischer, J.; Wirth, J.; Greiff, S. & Funke, J. (2012): Analytische und dynamische Problemlösekompetenz im Lichte internationaler Schulleistungsvergleichsstudien. In: *Psychologische Rundschau*. 63 (1). S. 34-42.
- Lindemann, H. (2006). Konstruktivismus und Pädagogik. München: Ernst Reinhardt Verlag.
- Mammes, I. (2008): Denkmuster von Lehrkräften als Herausforderung für Unterrichtsentwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Mantura, H.R. (1987): Kognition. In: Schmidt, S.J. (Hrsg.): Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. S. 89-118.

- Mayer, H. O. (2008): Interview und schriftliche Befragung – Entwicklung, Ausführung, Auswertung. München: Oldenburg Wissenschaftsverlag.
- Mayring, P. (1993): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Mayring, P. (1999): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Weinheim: Beltz.
- Mittelstraß, J. (2003): Transdisziplinarität – wissenschaftliche Zukunft und institutionelle Wirklichkeit. Konstanz: Universitätsverlag.
- Oberliesen, R. & Zöllner, H. (2007): Kerncurriculum für den Lernbereich Beruf-Haushalt-Technik-Wirtschaft/Arbeitslehre. Ein lernbereichsspezifisches Referenzmodell. In: *Unterricht: Arbeit + Technik*. (33). S. 49-52.
- OECD (2001): Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000. Paris: OECD.
- OECD (2003): The PISA 2003 assessment framework – Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. Paris: OECD.
- OECD (2006): Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy - A Framework for PISA 2006. Paris: OECD.
- OECD (2010): PISA 2012 field trial problem solving framework. Paris: OECD.
- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K.H. (2003): Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Petersen, W. H. (2001): Kleines Methoden-Lexikon. München: Oldenburg.
- Pfeifer, P.; Lutz, B. & Bader, H. J. (2002): Konkrete Fachdidaktik Chemie. München, Düsseldorf, Stuttgart: Oldenbourg Schulbuchverlag.
- Reich, K. (2005): Systemisch-konstruktivistische Pädagogik. Einführung in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Pädagogik. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1999): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Forschungsbericht Nr. 60. [http://pblkurs.psi.uni-heidelberg.de/reinmann\\_mandl/mandl.htm](http://pblkurs.psi.uni-heidelberg.de/reinmann_mandl/mandl.htm)
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A. & Weidemann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. München: Beltz. S. 601-644.
- Reinmann, G., & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. Krapp, & B. Weidenmann, Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Weinheim: Beltz. S. 613-658.
- Ropohl, G. (2005). Allgemeine Systemtheorie als transdisziplinäre Integrationsmethode. *Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis*, Nr. 2, 14. Jahrgang - Juni 2005, S. 24 - 31.
- Ropohl, G. (2009): Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: Universitätsverlag.
- Rossa, E. (Hrsg.) (2005): Chemiedidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Rossouw, A.; Hacker, M. & de Vries, M.: Concepts and contexts in engineering and technology education: an international and interdisciplinary Delphi study. 2010. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10798-010-9129-1> (02.10.2012)
- Seel, N.M. (2000): Psychologie des Lernens. Stuttgart: UTB.
- Schmayl, W. (1981): Das Experiment im Technikunterricht. Methodologische und didaktische Studien zur Grundlegung einer Unterrichtsmethode. Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Schmayl, W. (2010): Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Stigler, J.W; Gonzales, P.; Kawanaka, T.; Knoll, S. & Serrano, A. (1999): The TIMSS Videotape Classroom Study. Washington DC: Government Print Office.
- Sukopp, T. (2010). Interdisziplinarität und Transdisziplinarität. Definitionen und Konzepte. In: M. Jungert, E. Romfeld, T. Sukopp, & U. Voigt, *Interdisziplinarität. Theorie, Praxis und Probleme* (S. 13 - 29). Darmstadt: WBG.
- Theuerkauf, W. E.; Meschenmoser, H.; Meier, B. & Zöllner, H. (2009): Qualität Technischer Bildung: Zur Entwicklung von Kompetenzmodellen und Kompetenzdiagnostik. Berlin: Machmit-Verlag.
- Vollmer, G. (2010). Interdisziplinarität - unerlässlich, aber leider unmöglich? In: M. Jungert, E. Romfeld, T. Sukopp, & U. Voigt, *Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme* (S. 47 - 75). Darmstadt: WBG.
- Wiesner, H.; Schecker, H. & Hopf, M (Hrsg.) (2011): Physikdidaktik kompakt. Köln: Aulis Verlag.
- Wolffgramm, H. (1994): Allgemeine Technologie. Hildesheim: Verlag Franzbecker.
- Zimbardo, P. G. & Gerrig, R. J. (2004). Psychologie. München u.a.: Pearson.

**Gabriele Graube** ist Privatdozentin am Institut für Erziehungswissenschaft der TU Braunschweig. Sie studierte und promovierte an der TU Dresden im Bereich der Verarbeitungs- und Verfahrenstechnik. Im Institut für Erziehungswissenschaften der TU Braunschweig befasst sie sich insbesondere auch mit Fragen der technischen Allgemeinbildung und habilitierte 2008 mit der Venia legendi für Technische Bildung mit dem Thema „Technik und Kommunikation - ein systemischer Ansatz technischer Bildung“. Seit 2009 arbeitet sie als Vorsitzende des VDI-Fachbeirates „Technische Bildung“. Ihr Schwerpunkt liegt unter anderem in der fachdidaktischen Auseinandersetzung mit Technik und Technikentwicklung im Kontext von technischer Allgemeinbildung.



Kontakt: [g.graube@tu-braunschweig.de](mailto:g.graube@tu-braunschweig.de)

**Ingelore Mammes** ist Professorin für Schulforschung unter besonderer Berücksichtigung früher Bildungsprozesse mit dem Schwerpunkt technischer Bildung. Sie studierte Lehramt und promovierte an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster zum Thema "Förderung des Interesses an Technik". Ihre Venia legendi erwarb sie in der Schulpädagogik zum Thema "Denkmuster von Lehrkräften als Herausforderung für Unterrichtsentwicklung". Ihre heutigen Arbeitsschwerpunkte liegen unter anderem in der Identitätsentwicklung von Kindern und Jugendlichen unter dem Einfluss technischer Bildung, der Erforschung von Lehrerkompetenzen im Bereich technischer Bildung sowie des family engineerings.



Kontakt: [ingelore.mammes@uni-due.de](mailto:ingelore.mammes@uni-due.de)